

Photo Bollier.

*Au Laboratoire de Technologie des Bois du Centre Technique Forestier Tropical, mesure de la rétractibilité linéaire de certaines essences.*

# RÉTRACTIBILITÉ LINÉAIRE DES BOIS

par P. SALLENAVE,

*Chef de division au Centre Technique Forestier Tropical.*

## SUMMARY

### THE LINEAR CONTRACTION OF WOODS

*All woods contract on drying but the amount of contraction is widely different for the various species. To foresee the behaviour of a given species while drying and after utilization it is necessary to determine quantitatively, in the laboratory, not only the variation of volume of the test pieces in terms of their humidity but also the variation of their length along the radial and tangential directions. The method used in the technological laboratory of the Centre Technique Forestier Tropical for the quantitative determination of wood contractions is described. Examples showing the contractions of various species are given.*

RESUMEN

LA RETRACTIBILIDAD LINEAL DE LA MADERA

Todas las maderas se contraen cuando se secan, pero esta contracción de la madera tiene valores muy diferentes según las diversas especies. Para prever el comportamiento de una especie en curso de sacamiento y más tarde en el de su laboreo, es preciso el cifrar en el laboratorio no solamente las variaciones de volumen de las muestras de ensayo de la madera en función de su humedad sino igualmente las variaciones de longitud en el sentido radial (sobre malla) y en el sentido tangencial.

Se expone el método utilizado en el laboratorio de Tecnología del Centro Técnico Forestal Tropical para medir y cifrar las contracciones lineales de las maderas. Algunos ejemplos muestran las contracciones de diversas especies.

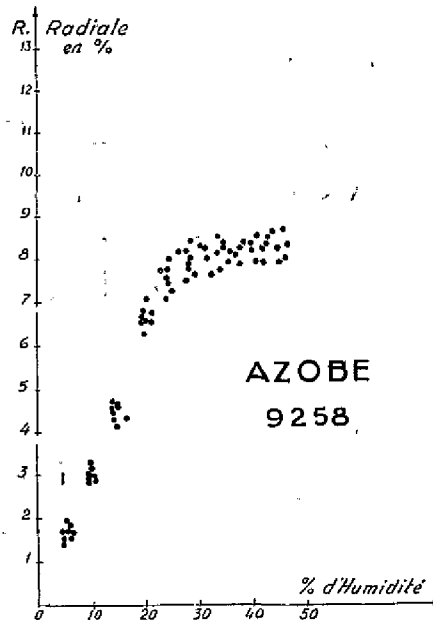
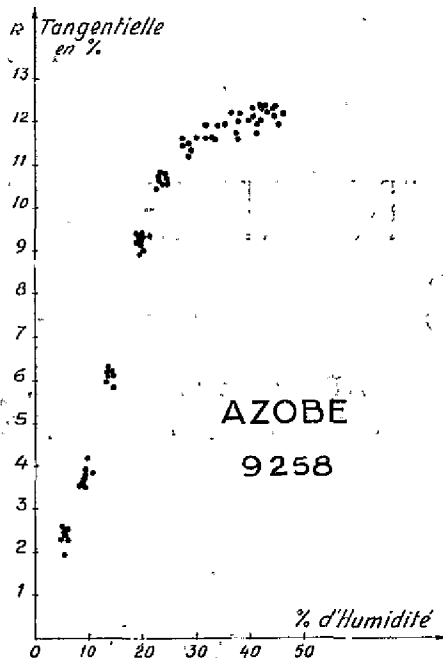
On sait que le volume d'un échantillon de bois varie avec son humidité.

Lorsque l'arbre est sur pied, son bois renferme beaucoup d'eau : si, pour un échantillon donné, on rapporte cette quantité d'eau au poids de l'échantillon anhydre, on constate que les bois tendres (peuplier, ilomba) peuvent contenir un poids d'eau supérieur à 150 % de leur poids anhydre. Les bois d'une dureté moyenne ont une humidité de 70 à 90 %, au moment de l'abattage, et les bois très durs (Azobé) une humidité de 45 à 50 % (1).

Exposés à l'air, les échantillons de bois humides (bois verts) vont perdre leur eau : ils séchent. Tant que leur humidité est élevée (supérieure à 30 % environ), les échantillons de bois conserveront à peu près le même volume. Leur rétractibilité est très faible. Les bois ne se déforment et ne se fendent pas. On estime que pendant cette première période

(1) On admet que la densité de la matière ligneuse est la même pour toutes les essences et est égale à 1,54. En partant de cette donnée on peut calculer la quantité maximum d'eau que peut contenir un échantillon de bois de volume saturé  $V_s$  et de poids anhydre  $P_o$ . Cette quantité d'eau est donnée par la formule :

$$H \text{ max \%} = \left( \frac{1}{y} - 0,66 \right) \times 100 \text{ avec } y = \frac{P_o}{V_s}$$



de séchage, les bois perdent seulement leur « eau libre » (eau remplissant les pores du bois).

A partir d'une humidité de 30 % environ, le phénomène change. On admet que le bois, ne contenant plus « d'eau libre » commence à perdre l'eau qui « imbibé » les parois des cellules ligneuses (eau d'imbibition).

Cette perte d'eau a une influence directe sur les parois de ces cellules, et par suite sur le volume du bois. Les parois se rétractent d'autant plus qu'elles sont plus sèches, et le bois se rétracte aussi.

Enfin, dans une atmosphère donnée, l'humidité du bois se stabilise à une valeur définie, variable avec les caractéristiques de l'atmosphère. Pour un air ayant un état hygrométrique de 85 % et une température de 25° Cent. (climat tropical) le bois se stabilise à environ 16 % d'humidité (un peu variable avec les essences). Tant que l'atmosphère ne changera pas, l'humidité du bois et son volume resteront inchangés. Dans un air de caractéristiques différentes l'humidité de stabilisation du bois sera aussi différente : par exemple pour un état hygrométrique de 65 % et une température de 20° Cent. (climat tempéré), les bois se stabilisent à environ 12% d'humidité. Ainsi, on voit qu'un échantillon de bois dont l'humidité (et le

volume) est stabilisé dans une certaine atmosphère (on dit qu'il est « sec à l'air » dans cette atmosphère) ne sera plus en équilibre dans une autre atmosphère. Il faudra que dans cette nouvelle atmosphère, il retrouve son équilibre. Il séchera ou s'humidifiera et son volume variera. On dit alors que le bois « joue ». C'est un phénomène qui se passe au changement de saison : passage de l'hiver à l'été, de la saison sèche à la saison humide.

Tous les bois se rétractent lorsqu'ils séchent en dessous

du point de saturation de la fibre. Mais pour une même condition de séchage (humidité initiale et humidité finale), le retrait des bois varie beaucoup d'une essence à l'autre. De même, lorsqu'ils sont secs à l'air, tous les bois augmenteront ou diminueront de volume si leur humidité augmente ou diminue. Mais, là encore, ce « jeu » du bois varie beaucoup d'une essence à une autre.

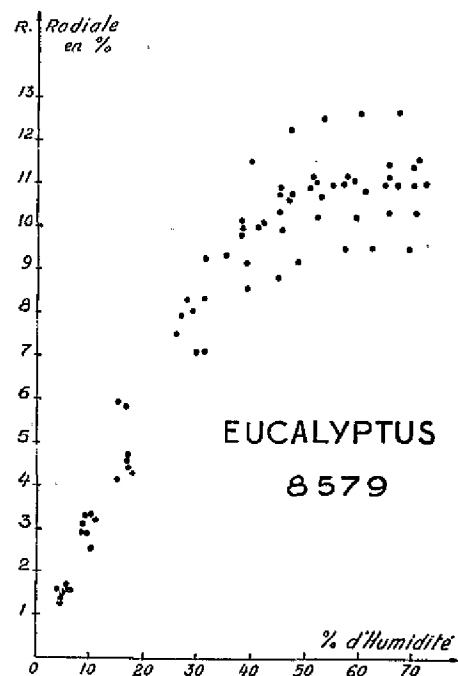
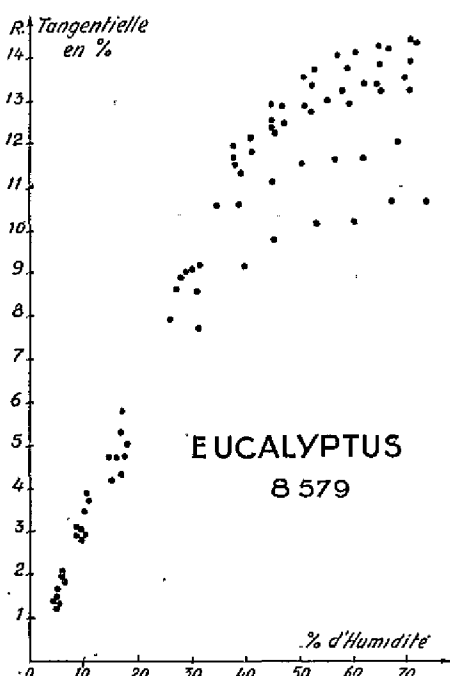
Aussi il importe, par des mesures faites au laboratoire, de pouvoir chiffrer ces phénomènes - rétractibilité au séchage et « jeu » des bois - Ces mesures ne sont pas simples, car le retrait du bois est, en fait, un phénomène assez complexe.

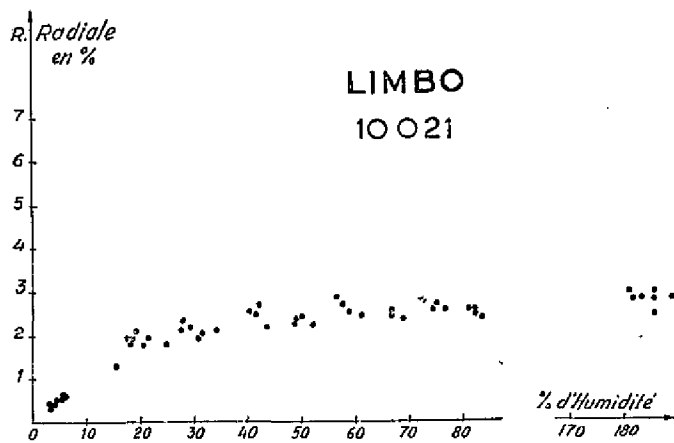
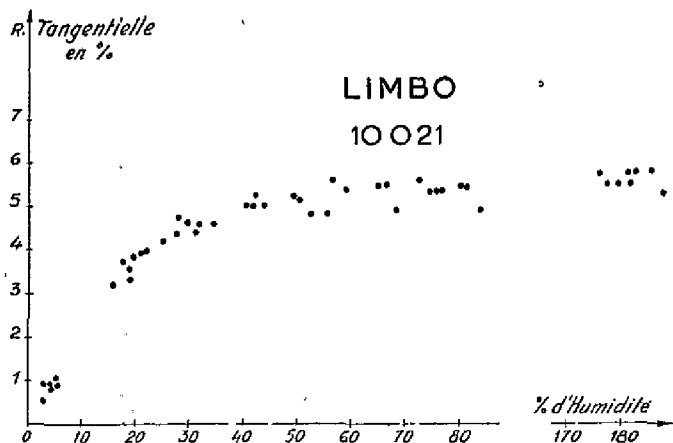
La variation de volume d'un échantillon de bois est fonction de ses variations des dimensions linéaires (longueur, largeur, épaisseur). Or, ces variations linéaires sont très différentes les unes des autres. Dans le sens de la longueur (sens axial) du bois, le retrait est très faible: il est pratiquement nul, et on ne le mesure pas systématiquement au laboratoire. Dans le sens tangentiel, le retrait, en général assez fort, est facile à mesurer. Dans le sens radial, le retrait est en moyenne 1,5 à 2 fois plus faible que dans le sens tangentiel. Il est également assez facile à mesurer. Mais, de toute façon, ces mesures de rétractibilité des dimensions linéaires des échantillons du bois sont assez longues. Aussi, la méthode française d'essais des bois, qui est une méthode expéditive, n'envisage-t-elle que la mesure de la rétractibilité volumétrique totale. La détermination de cette rétractibilité est rapide. Les éprouvettes de bois (petits cubes de 2 cm de côté) sont fortement humidifiées par séjour à l'eau. Puis, après ressuyage, leurs volumes sont mesurés au mm<sup>3</sup> près (appareil utilisé: Voluménomètre). On les laisse ensuite à l'air du laboratoire où elles sèchent se stabilisent à une humidité moyenne de 12 à 13% environ. Elles sont alors pesées, et leur volume est de nouveau mesuré. Enfin, les éprouvettes sont desséchées dans une étuve à 105°. Leur poids et leur volume sont mesurés à cet état anhydre. Ces diverses mesures, relativement rapides, permettent de chiffrer, d'une part la dimension du volume des éprouvettes de

bois, lorsqu'elles passent de l'état très humide à l'état anhydre (rétractibilité volumétrique totale) et d'autre part, les variations du volume lorsque, aux environs de 15 % (entre 10 et 20 %) l'humidité du bois varie (coefficient de rétractibilité volumétrique). Toutes ces variations de volume sont exprimées en % du volume anhydre des échantillons de bois.

Les chiffres ainsi obtenus sont intéressants. Ils permettent d'estimer, dans une certaine mesure, le comportement du bois au séchage, et son comportement une fois mis en œuvre, dans les emplois où son humidité risque de varier. Mais ils ne permettent pas de se rendre compte d'une façon précise des phénomènes complexes du retrait et du gonflement du bois. Certaines essences en effet, ont un retrait dans le sens sur dosse beaucoup plus fort que le retrait sur maille. D'autres, au contraire, ont ces deux retraits presque égaux. On conçoit que les débits sur fausse maille auront, pour les premières essences, des déformations importantes (planche qui se creuse, qui se visse, etc...), tandis qu'ils resteront plans, pour les deuxième essences.

Aussi avons-nous entrepris de mesurer au laboratoire les rétractibilités linéaires, radiales et tangentielles des divers bois tropicaux. Nous avons d'abord utilisé des méthodes dérivées de celles utilisées en Angleterre, en Australie et aux U. S. A. Les éprouvettes employées dans les laboratoires de ces pays sont d'assez fortes dimensions: 2" x 2" x 4", la plus grande dimension (4") étant orientée dans le sens à mesurer (radial ou tangentiel). Les longueurs absolues et les variations de longueur des éprouvettes passant de l'état humide à l'état sec





à l'air, puis à l'état anhydre, sont mesurées à l'aide d'un palmer. Immédiatement après chaque mesure de longueur, on pèse l'éprouvette. Ainsi on a pour chaque état de l'éprouvette son humidité et sa longueur. En fait, les mesures ne sont faites que pour trois états : éprouvettes très humides dites vertes, éprouvettes sèches à l'air du laboratoire à environ 12 % d'humidité, éprouvettes anhydres, desséchées à l'étuve à 105°.

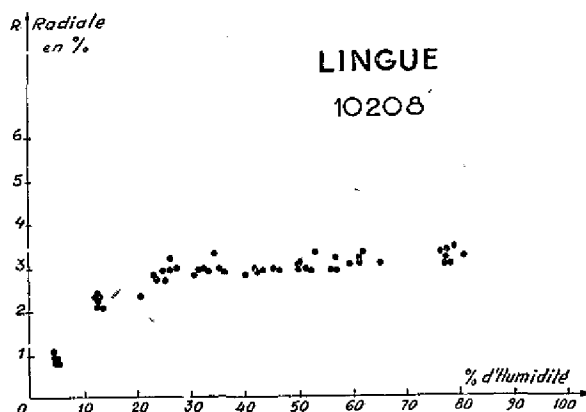
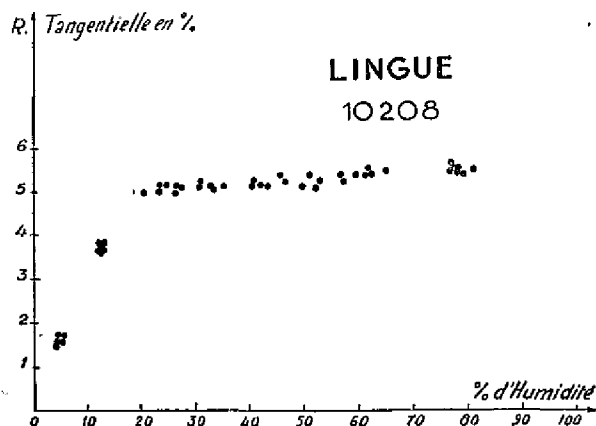
Mais ce type d'éprouvettes ne permet pas de faire des mesures valables, en cours de séchage, lorsque l'éprouvette a 22 % d'humidité par exemple. En effet, à cet état, l'humidité de l'éprouvette n'est pas uniformément répartie. La zone superficielle du bois est plus sèche que l'intérieur. On pourra avoir 17 ou 18 % d'humidité dans les quelques millimètres extérieurs de l'éprouvette, et 25 % au milieu de l'éprouvette. L'humidité mesurée par pesées est l'humidité moyenne du bois. Mais la mesure de longueur sera fautive. Aussi avec ces grosses éprouvettes il n'est pas possible de suivre, pas à pas, le phénomène de retrait du bois en cours de séchage.

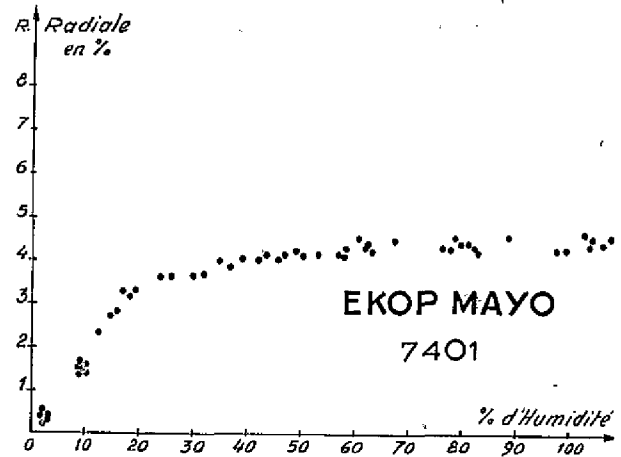
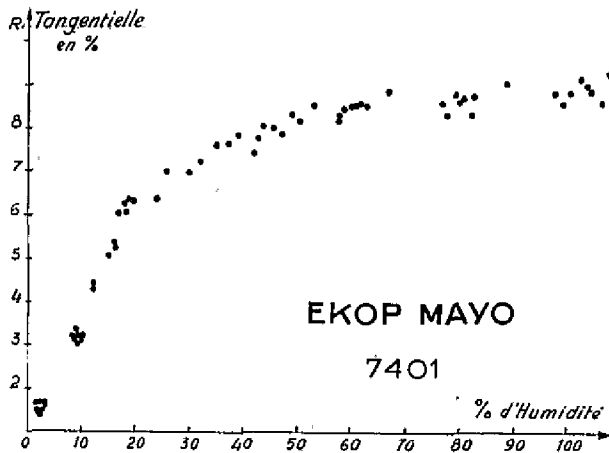
Après quelques tâtonnements, nous avons adopté

une éprouvette très différente. Pour permettre des mesures correctes de dimension à toutes humidités, il fallait une éprouvette qui même en cours de séchage ait une humidité uniformément répartie. Nous avons adopté, pour cela, une éprouvette ayant seulement 1 cm de longueur, (sens des fibres du bois). Les côtés de l'éprouvette ont 4 cm, et elle est débitée de façon à avoir 2 côtés sur maille et 2 côtés sur pleine dosse. Une telle éprouvette présente l'avantage d'avoir toujours une humidité presque uniformément répartie même en cours de séchage, puisque le bois sèche surtout par ses faces en bout, et que dans le sens de la fibre, l'épaisseur de l'éprouvette est faible.

De plus, sur chaque éprouvette on mesure la dimension, et les rétractibilités, dans les deux sens sur maille et sur pleine dosse. On peut donc comparer valablement les rétractibilités sur maille et sur dosse puisqu'elles sont mesurées sur la même éprouvette.

Enfin ces éprouvettes sont suffisamment grosses pour que les résultats obtenus soient directement applicables aux divers emplois du bois : parquets, menuiseries, ébénisterie, etc...





### CHOIX DES ÉPROUVETTES :

Dans les essais courants, les éprouvettes sont choisies dans le bois parfait des échantillons, en dehors de l'aubier et du cœur mou. Pour des études particulières, on peut les choisir à divers niveaux (aubier, bois parfait, bois de cœur, bois de tension ou de compression, etc...) On utilise généralement 8 éprouvettes pour qualifier un bois.

### MESURES A FAIRE :

Les éprouvettes, soigneusement débitées et calibrées à l'atelier, sont mesurées (au palmer ou au comparateur au 1/100 de mm) et pesées (au centigramme) à leur arrivée au laboratoire. Puis elles sont humidifiées par immersion à l'eau pendant 2 jours. Après ressuyage en atmosphère humide, elles sont mesurées et pesées. Puis au cours de séchage en atmosphère de moins en moins humide, puis à l'air du laboratoire, puis en atmosphère de plus en plus sèche, et enfin à l'étuve, les éprouvettes sont périodiquement mesurées et pesées. On obtient ainsi toute une série de mesures,

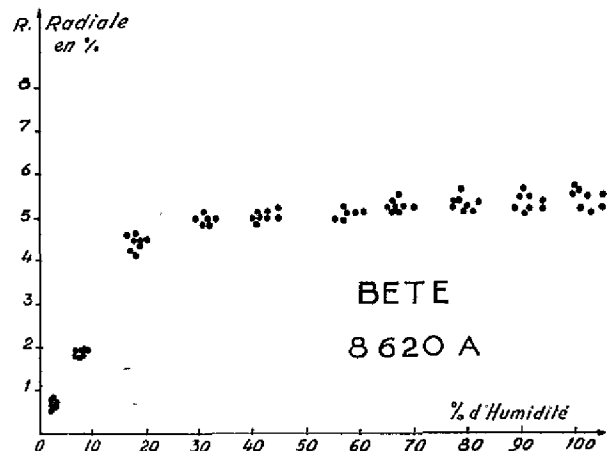
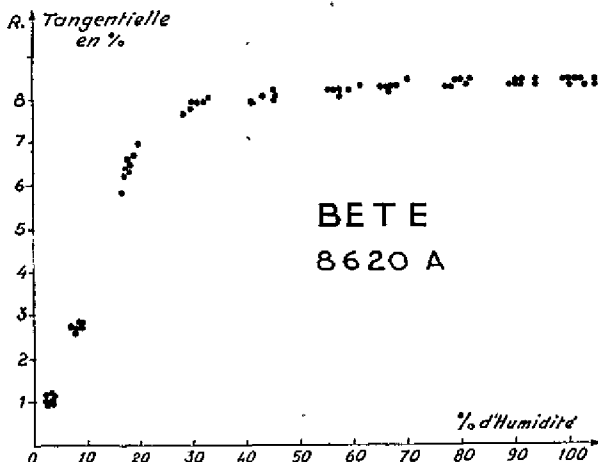
et en fin d'opération, on a pour chaque éprouvette les dimensions radiales et tangentielles correspondant à chaque humidité.

Il est alors facile de calculer les variations des dimensions par rapport aux dimensions de l'éprouvette anhydre, et de tracer la courbe des déformations du bois.

Nous donnons ci-joint quelques exemples de ces courbes. Elles montrent qu'au point de vue rétractibilité les divers bois se comportent de façons très différentes, suivant les essences.

Certains bois ont des rétractibilités très régulières. Le Bété 8620 A par exemple, a un retrait très faible (0,5 à 1 %) entre l'état très humide (ici 100 % d'humidité) et une humidité de l'ordre de 27 à 30 %. Puis, à partir de cette humidité (point de saturation de la fibre) le phénomène change brusquement, le retrait devient beaucoup plus fort.

On voit donc que, par les bois de ce type, le retrait se fait de façon tout à fait différente au cours du séchage du bois. Tant que l'humidité est supérieure au point de saturation de la fibre (25 à 35 %) le retrait, extrêmement faible, est cependant pro-



proportionnel à la perte d'humidité, et la courbe est une droite presque parallèle à l'axe des abscisses (1). Au point de saturation de la fibre, le phénomène change, et le retrait devient beaucoup plus grand, tout en restant encore proportionnel à la perte d'humidité. Une nouvelle droite est dessinée. La pente de cette droite par rapport à l'axe des abscisses mesure le coefficient de rétractibilité tangentielle ou radiale du bois, c'est-à-dire la variation des dimensions du bois pour une variation de 1 % d'humidité.

Certains bois ont un comportement très différent, et ont une rétractibilité sensible dès les humidités les plus fortes, et qui est d'autant plus forte que le bois est plus sec. Dans un tel bois on ne peut plus définir un « point de saturation de la fibre ». Il ne sera pas non plus possible de déterminer, d'une façon précise, un coefficient de rétractibilité linéaire. On pourra cependant indiquer sa valeur moyenne aux environs de 15 % d'humidité.

Il semble que pour de tels bois, deux phénomènes contribuent à donner cette rétractibilité. Tant que le bois est très humide, il se rétracte par « collapse » c'est-à-dire par affaissement partiel de la paroi des cellules. Puis lorsque le bois est plus sec, le phénomène de retrait de la paroi des cellules elle-même intervient.

(1) Beaucoup d'auteurs considèrent que ce faible retrait constaté au-dessus du point de saturation de la fibre peut avoir diverses origines = impossibilité d'avoir dans l'éprouvette une humidité rigoureusement uniforme au cours du séchage, léger gonflement provoqué par la pression osmotique de l'eau libre à l'intérieur des pores du bois, influence des produits dissous dans cette eau, etc... La cause de ce faible retrait n'étant pas élucidée, ils le considèrent comme négligeable.

Nous le constatons cependant sur nos courbes.

Un bon exemple de bois de ce type est donné par le retrait de l'Ekop Mayo (N° 7 401). L'Eucalyptus N° 8579, provenant de Madagascar présente un phénomène de collapse très marqué, et d'ailleurs irrégulier. Ses rétractibilités tangentielles et radiales ont presque la même valeur, et sont toutes deux très élevées.

Les bois tendres (Limbo n° 10 021) absorbent des quantités d'eau considérables. Par contre, les bois très durs (Azobé n° 9 258) n'en absorbent qu'un faible pourcentage.

La valeur de la rétractibilité varie beaucoup suivant les essences. Si le plus grand nombre ont des rétractibilités moyennes (8 % à 9 % pour la rétractibilité tangentielle, 4 à 7 % pour la rétractibilité radiale), certaines ont des rétractibilités très faibles, (exemple le Lingué n° 10 208, le Teck du Togo n° 10 096). De tels bois sont particulièrement stables et peuvent être recommandés pour un grand nombre d'emplois : parquets, menuiseries de bâtiment, meubles etc... D'autres, au contraire ont un retrait très fort, (Exemple : certains Eucalyptus). De tels bois sont d'un emploi assez difficile et doivent être séchés avec précaution.

Enfin, le rapport entre la rétractibilité radiale et la rétractibilité tangentielle est intéressant à connaître. Il varie parfois assez d'une essence à l'autre. On a intérêt à rechercher les bois où ce rapport se rapprochera de l'unité.

On voit donc tout l'intérêt de cet essai. Il permet dans une certaine mesure, de préciser si les grumes risqueront de se fendre au séchage. Mais surtout il indique le comportement du bois débité tant au cours du séchage qu'après la mise en œuvre.

C'est donc un essai particulièrement fructueux.

